

Desempenho geométrico de um brise soleil: um estudo sobre seu impacto na iluminação e ventilação natural em uma sala de aula**Geometric performance of a brise soleil: a study of its impact on lighting and natural ventilation in a classroom**

DOI:10.34117/bjdv5n9-191

Recebimento dos originais: 14/08/2019

Aceitação para publicação: 27/09/2019

Paula Sardeiro Vanderlei

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas

Instituição: Universidade Estadual de Maringá

Endereço: Av. Colombo, 5790, Jardim Universitário, Maringá-PR, Brasil.

E-mail: pssvanderlei@uem.br

Lucas Cardoso da Silva

Engenheiro Civil

Instituição: Universidade Estadual de Maringá

E-mail: lucascrdsilva@gmail.com

Rosana Bacicheti Gonçalves

Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá

Instituição: Universidade Estadual de Maringá

E-mail: robacicheti@gmail.com

RESUMO

A quantidade adequada de ventilação e iluminação natural dentro dos ambientes contribui intensamente para o conforto térmico e lumínico dos usuários nas edificações. Em salas de aula, estes fenômenos devem ser incentivados para melhorar o desempenho dos estudantes, acarretando seu bem-estar. A busca por uma iluminação mais uniforme e bem distribuída em salas de aula pode ser alcançada por meio do emprego de elementos arquitetônicos, como os *brises soleils*. O efeito das prateleiras de luz, que refletem a luz do Sol para dentro do ambiente de forma mais suave e homogênea, também deve ser considerado para melhorar esses objetivos. A ventilação pode fluir de forma mais eficiente dentro da sala de aula por meio da inserção de mais aberturas em outras paredes da sala, para que seja promovido o seu cruzamento, renovando o ar para a saúde dos usuários. Este trabalho verificou o comportamento da iluminação e da ventilação da sala de aula 102 do bloco C34 da UEM com a presença de um *brise* na sua janela externa e com a inserção de aberturas na parede oposta à fachada iluminada, interna do ambiente. As simulações foram efetuadas nos *softwares* Luz do Sol e FLUXOVENTO. As conclusões demonstraram que adição de *brises* diminuíram de maneira significativa a penetração dos raios solares internamente e o acréscimo de uma abertura central baixa na parede oposta à fachada iluminada promoveu a melhor concentração dos fluxos de vento na altura do plano de trabalho do usuário.

Palavras-chave: Conforto térmico. Ventilação. *Brises*.

ABSTRACT

The required amount of natural ventilation and lighting within the environment intensely contributes to user thermal and lighting comfort in the building. In the classrooms, these phenomena should be encouraged for improving the performance of the students, resulting in better well-being. The search for a uniform and well-distributed lighting in the classrooms can be achieved by means of architectural elements, such as brises soleils. The effect of the light shelves, which reflect the sunlight into the environment in a soft and homogenous way, should also be considered to raise those purposes. The ventilation may flow more efficiently inside the classroom by inserting more wall openings in the place, producing its cross, renewing the air to the health of users. This work verified the lighting and ventilation action in the classroom 102 that is part of the C34 block present in the university, which features a brise on its window on the outside and wall openings in the opposite direction to the illuminated façade, within the environment. The simulations were performed using the software Luz do Sol and FLUXOVENTO. The conclusions demonstrated that the addition of brises reduced significantly the penetration of sunlight on the inside and the addition of a low-centered wall opening in the opposite direction to the illuminated façade provided the best concentration of wind flows at user's work plan level.

Keywords: Thermal comfort. Brisesoleil. Ventilation.

1 INTRODUÇÃO

O conforto térmico e lumínico são significativamente influenciados pela ventilação e iluminação no interior dos ambientes. A iluminação natural transmite a sensação de bem-estar para as pessoas, pois acarreta o domínio de tempo e espaço dentro das construções. A saúde também pode ser afetada pela sua ausência, como descreve Bertolotti (2007), pois a luz pode atuar como ativadora do ciclo circadiano, o qual corresponde ao ciclo de vinte e quatro horas que os organismos vivos têm para representar fisiologicamente o dia e a noite e que orienta sua organização ao longo do dia.

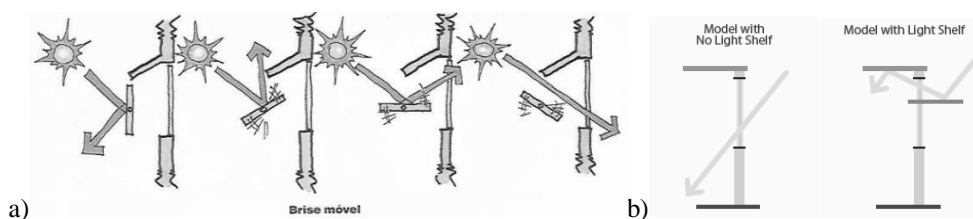
Para Iida (2005), o nível de iluminamento atua no mecanismo fisiológico da visão, além de influenciar a musculatura que lidera o movimento dos olhos. Em ambientes escolares, a falta de planejamento da iluminação interna pode prejudicar a saúde física e psicológica dos usuários, além do desempenho escolar dos alunos (DORIGO; KRÜGER, 2007). Vianna e Gonçalves (2001) recomendam que, em salas de aula, o nível mínimo de iluminância (lux) alcance o plano de trabalho e a iluminação seja uniforme, evitando-se contrastes excessivos com áreas muito ou pouco iluminadas em diferentes pontos.

A iluminação natural penetra nos ambientes através das aberturas e, apesar de em regiões de climas quentes a disponibilidade de luz natural ser suficiente durante a maior parte do dia, dispensando o uso da iluminação artificial, seu controle direto ou difuso deve ser considerado, já que ela também gera calor e ganhos térmicos à edificação (DIAS; GOMES; CABÚS, 2009).

Por isso, é importante que a luz alcance as superfícies internas de forma tênue e esse controle pode ser feito por elementos arquitetônicos que, se projetados de acordo com a função do ambiente, o período de ocupação e a orientação solar adequada, podem proporcionar uniformidade na distribuição da iluminação interna, evitar ofuscamentos e trazer a consequente satisfação no conforto visual.

Os *brises soleils* (Figura 1a) atuam nesse sentido e, segundo Weber (2005), ao serem projetados devem ser verificadas as Cartas Solares, analisando o período (dias e horas) que a proteção solar é necessária. Pode-se dizer, em geral, que em fachadas Norte-Sul os elementos horizontais são mais adequados, enquanto que em fachadas voltadas para Leste-Oeste os elementos verticais devem ser empregados. Dessa forma os *brises* podem contribuir barrando a radiação solar direta durante a estação quente e permitindo-a na estação fria.

Figura 1 – a) *Brise móvel*; b) Prateleiras de luz



Fonte: a) Lamberts; Dutra, Pereira (1997, p.160); b) Buildings (2012) apud The Lighting Practice

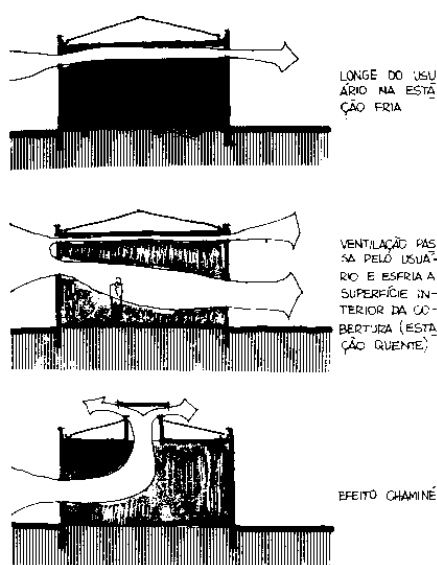
As prateleiras de luz (Figura 1b) funcionam como uma espécie de *brise*. São recursos empregados nas edificações para obter a reflexão da luz externa no teto do ambiente de forma a obter uma iluminação mais uniforme internamente. Permitem prolongar a iluminação para as partes mais profundas da sala. A parte inferior da prateleira de luz pode amenizar a luz externa para dentro do ambiente, diminuindo o ofuscamento pela incidência direta (BORMANN, 2003). Além disso, operam na proteção do usuário do ambiente, nas porções mais próximas à janela, atuando como beiral protetor.

Quanto à ventilação natural no ambiente interno, a prateleira, tem a função de renovar o ar, dissipando os vapores, a fumaça, a poeira, os poluentes, entre outros, contribuindo para a higiene. Em salas de aula, o desconforto térmico pode ser provocado pela ventilação inadequada, pela alta umidade combinada com altas temperaturas ou pela radiação térmica das superfícies muito aquecida. A combinação desses fatores poderá gerar a sonolência, a alteração nos batimentos cardíacos e o desinteresse pelo trabalho (KOWALTOWSKI, 2011).

De acordo com Frota e Schiffer (2001), a ventilação acontece pela diferença de pressão do ar entre os ambientes internos e externos, pela localização das aberturas, pelas obstruções internas e externas, pela forma da edificação e sua posição, pela velocidade do vento e pelo seu ângulo de incidência, e ocorre pelos seguintes tipos de mecanismos, sendo que as duas forças também podem agir simultaneamente:

- Ventilação por ação dos ventos: a movimentação do ar através do ambiente acontece pela força do vento;
- Ventilação por efeito chaminé: provocada pelo efeito da diferença de pressão do ar interno e externo (Figura 2).

Figura 2 – Esquemas de ventilação



Fonte: Mascaró (1991, p. 69)

A iluminação e a ventilação natural são elementos fundamentais na concepção de projetos arquitetônicos de salas de aula. Na Universidade Estadual de Maringá, alguns problemas relacionados a essas questões são encontradas e são objeto de reclamação de usuários. Landgraf (2002) relata que apelos para o melhoramento do conforto interno, principalmente relacionadas à instalação de equipamentos de ar condicionado, eram conduzidos à Prefeitura do Campus até 2002 pelos usuários dos blocos da universidade. Além disso, foi verificado pessoalmente pelos autores da presente pesquisa que o ofuscamento da iluminação na sala 102 do bloco C34 da UEM ocorre durante as tardes, o que ocasionou o fechamento de cortinas.

Este trabalho tem o objetivo verificar o comportamento da iluminação e da ventilação da sala de aula 102 do bloco C34 da UEM quando há a adição de um *brise* na sua janela e quando ocorre o aumento da área iluminada da fachada e a inserção de aberturas na sua parede oposta, interna do ambiente.

2 METODOLOGIA

2.1 ILUMINAÇÃO

Foi simulado no *software* Luz do Sol 1.1 (RORIZ, 1995) a quantidade de luz interna que a sala de aula analisada recebe durante os dias 21 de março, 21 de junho, 21 de setembro e 21 de dezembro (Solstícios e Equinócios). Posteriormente foi estruturada a forma de um *brise* horizontal para proteger o ambiente e foi simulado novamente, no mesmo *software*, o comportamento da iluminação interna, mas para isso o peitoril da janela foi rebaixado de 1,00m para 0,80m, para que a luz penetrasse na altura do plano de trabalho (0,75m).

2.2 VENTILAÇÃO

No *software* FLUXOVENTO (CARVALHO; MARTHA; TEIXEIRA, 2005) foi verificado o comportamento da ventilação através dos *brises*. Para isso, foi simulado em planta a abertura da fachada existente em quatro situações: com a inserção de uma abertura central na parede oposta; com as duas portas existentes abertas; com as duas portas existentes abertas e a inserção de uma abertura central na parede oposta; e com somente uma porta aberta (Figura 6). As simulações foram realizadas em relação aos ventos dominantes para a cidade de Maringá (Nordeste). Depois foram verificadas, em corte, situações de como o ambiente apresentava em circunstâncias com a presença e ausência do *brise* (Figura 7 e Figura 8).

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

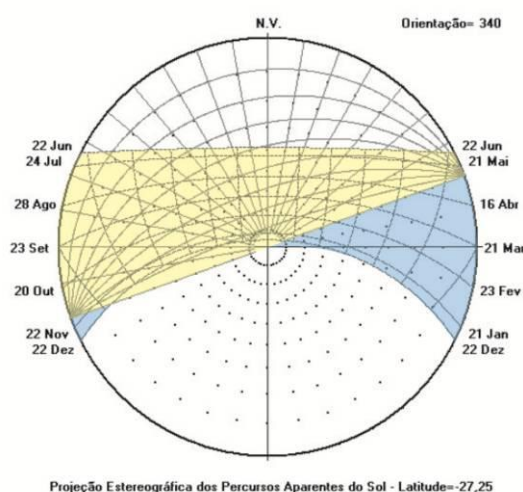
3.1 ILUMINAÇÃO

Pode-se notar pela Carta Solar de Maringá para a sala de aula de estudo (Figura 3) voltada para o Noroeste (340° Norte) que o ambiente recebe a radiação solar direta durante boa parte do ano, permanecendo com sombra durante alguns períodos da tarde de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro. No mês representativo de junho, pôde-se observar, pela Figura 4, que o ambiente recebe incidência da radiação solar numa região superior a 50% da sua área. Nos meses de março e setembro são semelhantes em relação à incidência do Sol na sala de aula e pôde-se verificar que esta situação ocorre numa área mais próxima da janela.

Em dezembro, a incidência da radiação solar, ocorre pela abertura, porém em menores proporções.

Por sua orientação solar estar muito próxima ao Norte, o *brise* horizontal, a princípio, traduz-se como o melhor contribuidor no sentido de minimizar a incidência da radiação solar. O prolongamento do *brise* como se fosse um beiral horizontal acima da janela, acabaria cobrindo toda a área ensolarada projetada na sala de aula, porém, para que o bloqueio solar acontecesse totalmente dentro do ambiente, seria necessário uma extensão grande, superior a 2 metros. Assim, dois *brises* horizontais, como pode ser visualizado na Figura 5, são mais viáveis, em termos de execução da construção.

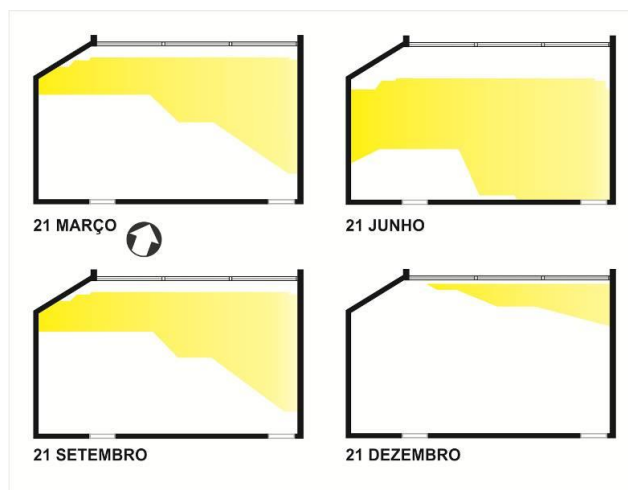
Figura 3 – Carta Solar para sala 102 do bloco C34 da UEM



Fonte: Autores baseados no *software* Luz do Sol

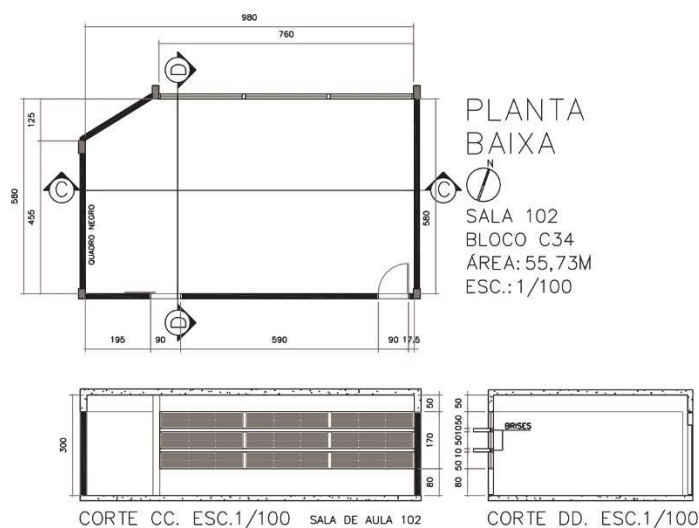
Foi projetado, para esse estudo, um *brise* que se configura como duas extensões horizontais. Pode-se observar, na Figura 5, que o elemento superior está localizado logo abaixo da primeira janela superior. Essa estratégia tem a função de possibilitar valor ao efeito de “prateleira de luz”, projetando a luminosidade no ambiente por meio de sua refletância no teto e espalhamento mais difuso e uniforme na área da sala. O rebaixamento do peitoril de 1,00m para 0,80m também contribuiu tanto para a iluminação quanto para a ventilação. Verificou-se que ocorreu uma maior uniformidade de iluminância na sala, no nível do plano de trabalho do usuário.

Figura 4 - Simulação da quantidade de luz interna nos Solstícios e Equinócios



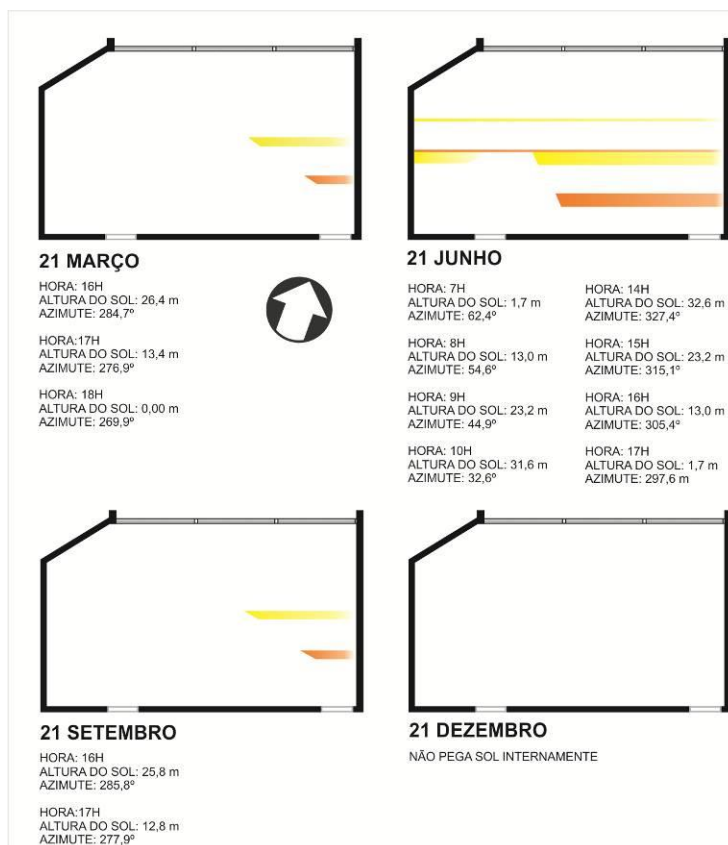
Fonte: Autores baseados no *software* Luz do Sol

Figura 5 – Projeto arquitetônico da sala de aula 102 do bloco C34 da UEM com a inserção de *brises* horizontais na janela



Fonte: Autores baseados no arquivo da Prefeitura do Campus (UEM)

Pode-se verificar, na Figura 6, que o *brise* projetado atenua significativamente a quantidade de radiação solar incidente internamente no ambiente, sendo que no mês de junho ainda penetra a maior quantidade de raios solares. Porém, eles são projetados numa maior parcela para o lado da parede oposta às janelas, além de ocorrerem no período do inverno, ou seja, os *brises* podem contribuir para melhorar a iluminação natural da sala, uma vez que normalmente esta predomina na parte mais próxima às janelas e, além disso, na estação climática em questão necessita-se de mais aquecimento para se manter o conforto. Nos outros meses, março e setembro, a incidência de radiação direta é bastante minimizada, enquanto em dezembro ela torna-se inexistente.

Figura 6 – Simulação da sala de aula com o emprego dos *brises*

Fonte: Autores baseados no *software* Luz do Sol (RORIZ, 1995)

3.2 VENTILAÇÃO

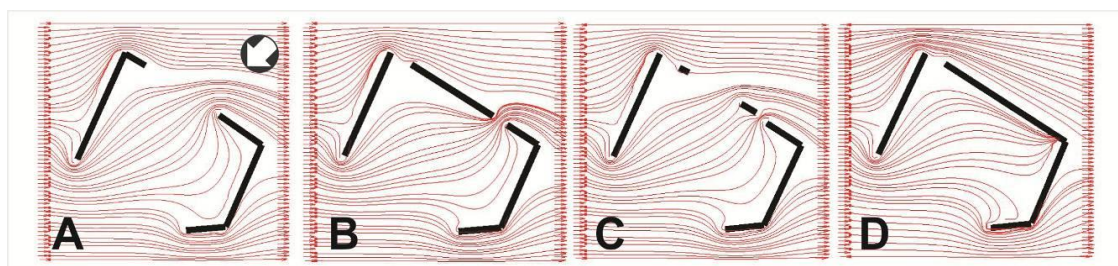
A sala de aula deste estudo possui janelas basculantes, mas que não têm 100% de abertura. Além disso, a primeira fileira horizontal de esquadrias, logo acima do peitoril de 1,00m de altura, é fixa, ou seja, não proporciona a ventilação no nível do usuário. Também não possui uma janela na parede oposta à abertura principal do ambiente, o que não permite a ventilação cruzada e renovação do ar. A circulação do vento, no interior da sala, acontece em períodos restritos a abertura da porta. Porém, este cenário é limitado devido ao fator acústico, pois as portas se localizam no corredor de circulação e geram ruído.

Portanto, foi verificado, primeiramente, que o melhor fluxo de circulação de ar interno, em planta baixa, acontece com janelas centrais localizadas na parede oposta à abertura da fachada (Figura 7A), pois distribuem a ventilação para praticamente todo o espaço do ambiente.

Em corte, pode-se verificar que, quando simulado o fluxo de ventilação na abertura existente da fachada, a melhor distribuição de ventilação na altura do plano de trabalho ocorre com uma janela baixa localizada na parede oposta à fachada (Figura 8). Para a simulação da

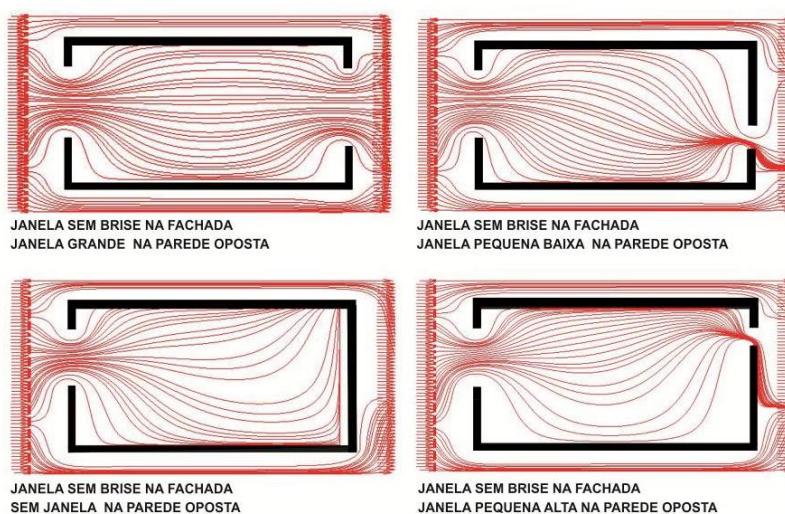
abertura com os *brises*, deve-se levar em consideração que o peitoril foi reduzido para 0,80m e as esquadrias passaram de fixas para basculantes. Com a inserção dos elementos bloqueadores do Sol, ocorre o mesmo: uma abertura pequena na parede oposta à fachada posicionada acima de um peitoril de 0,80 cm proporcionaria uma ventilação mais intensa na altura do usuário (Figura 9).

Figura 7 – Ventilação do ambiente em planta baixa: A) com abertura central; B) com duas portas abertas; C) com duas portas abertas e janela central; D) com uma porta aberta



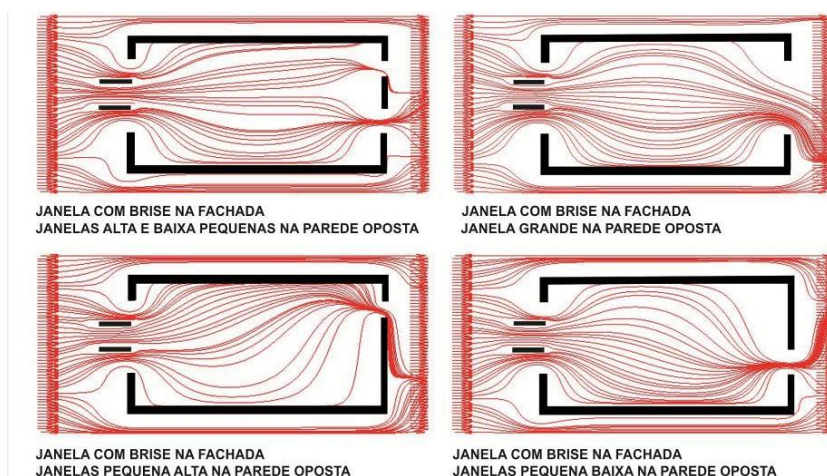
Fonte: Autores baseados no *software* FLUXOVENTO

Figura 8 – Análise da ventilação: abertura existente e outras aberturas na parede oposta



Fonte: Autores baseados no *software* FLUXOVENTO

Figura 9 – Análise da ventilação: abertura com *brises* e outras aberturas na parede oposta



Fonte: Autores baseados no *software* FLUXOVENTO

4 CONCLUSÃO

O *brise soleil* constituiu-se como um elemento significativo para a proteção da radiação solar incidente em fachadas, ocasionando a penetração da iluminação natural de forma mais difusa e uniforme no ambiente. Consequentemente, pode melhorar, também, o conforto térmico do usuário.

Neste estudo pôde-se observar, que além do *brise* horizontal trazer vantagens em relação à atenuação da incidência da radiação solar direta internamente, também manteve os níveis de ventilação adequados, caso fosse empregada uma janela pequena e baixa na parede oposta à parede da fachada, localizada entre as portas, na posição central. Foi verificado que a inserção desta nova abertura promoveu o fluxo de ventilação no nível de plano de trabalho do usuário, além de incentivar a renovação de ar, contribuindo para a saúde dos alunos e professores.

REFERÊNCIAS

BARBER, M. A. Building the case for light shelves. **BUILDINGS**, Philadelphia, apr. 2007. Disponível em: <http://www.buildings.com/tabid/3334/ArticleID/3648/Default.aspx>. Acesso em: 12 jun. 2012.

BERTOLOTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Paulo, 2007.

BORMANN, O. R. **Iluminação natural em salas de aula e escritórios com uso de prateleiras de luz**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2003.

CARVALHO, C. V. de A.; MARTHA, L. F.; TEIXEIRA, W. Fluxovento: um simulador gráfico interativo para o estudo de ventilação em ambientes construídos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2005, Maceió. **Anais...Maceió: ENCAC-ELACAC**, 2005, p. 350-359.

DIAS, A. F. A.; GOMES, V. A.; CABÚS, R. C. Componentes de controle de luz natural em salas de aula e seu desempenho conforme a orientação solar do edifício. In: X ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2009, Natal. **Anais...Natal: ENCAC**, 2009, p. 1394-1400.

DORIGO, A. L.; KRÜGER, E. L. Uso de dispositivos de sombreamento em salas de aula: avaliação de método proposto por Olgyay. In: IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2007, Ouro Preto. **Anais...Ouro Preto: ENCAC**, 2007, p. 580-589.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA., F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

LANDGRAF, M. A. C. **Estudo das Condições Lumínicas e Térmicas de dois Blocos da Universidade Estadual de Maringá**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MASCARÓ, L. **Energia na Edificação: estratégia para minimizar seu consumo.** São Paulo: Projeto Editores Associados LTDA, 1991.

RORIZ, M. Software Luz do Sol 1.1. São Carlos, jun., 1995. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/downloads/softwares/luz-do-sol>. Acesso em: 25 jul. 2012.

SARDEIRO, P. S. **Parâmetros para a escolha de superfícies translúcidas visando o conforto térmico e visual na edificação.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e Arquitetura.** São Paulo: Virtus, 2001.

WEBER, C. P. **O uso do *brise-soleil* na arquitetura da região central do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.